

RED PARA LA COLABORACIÓN CON CENTROS DE SECUNDARIA PARA LA FORMACIÓN EXPERIMENTAL DE ALUMNOS DE BACHILLERATO. INTRODUCCIÓN AL TRABAJO DE LABORATORIO.

Carmen Vázquez, Julián Espinosa, Consuelo Hernández, David Mas, Juan José Miret,
Carlos Illueca, Jorge Pérez

Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía. Universidad de Alicante

Palabras clave: física, formación, laboratorio, bachillerato

RESUMEN

En este trabajo se presentan los primeros resultados obtenidos en la “Red para la colaboración con centros de secundaria para la formación experimental de alumnos de bachillerato”. Esta red está integrada por los profesores componentes del GITE “DOCIVIS” de la Universidad de Alicante. Como objetivos principales se plantearon, entre otros, el fomento del interés por las asignaturas de tipo científico y la colaboración, de forma efectiva, en la formación científica y práctica de futuros alumnos de la Universidad de Alicante. Las acciones llevadas a cabo se resumen en: búsqueda de centros y profesorado de secundaria interesados en la propuesta, planificación conjunta de las sesiones, preparación de guiones, realización por parte de 114 alumnos de Bachillerato de prácticas de Física y realización de encuestas de satisfacción tanto a profesores como a alumnos. Como resultados hay que indicar que el 96,4% de los alumnos indican que la realización de estas sesiones les ha resultado muy interesantes, el 95,5% consideran que tanto las prácticas como conceptos tratados les serán útiles y el 100% de los alumnos apuestan por seguir realizando sesiones de este tipo. Todo el profesorado considera muy satisfactoria y motivadora la experiencia, debiendo seguir en esta línea de ayuda.

1. INTRODUCCIÓN

Gran parte de los estudios actuales y de los inmediatos Grados, pertenecientes tanto a la Facultad de Ciencias, a la Escuela Politécnica Superior como a la Escuela de Enfermería de la Universidad de Alicante incluyen asignaturas en primer curso con un número elevado de créditos asignados a las sesiones prácticas de laboratorio [1-2]. Más concretamente, en la gran mayoría de dichos Grados, la Física se muestra como una de las asignaturas básicas del primer semestre. Aunque las diferentes disciplinas científicas poseen diferente idiosincrasia, muchas de las destrezas y formas de actuación exigibles en un laboratorio son comunes a todas ellas y estando incluidas, de alguna forma, dentro de algunas de las competencias genéricas o específicas que adquirirán los estudiantes al finalizar sus estudios [3].

Es notorio que los fines que se persiguen con el desarrollo de una actividad práctica en el laboratorio son múltiples: planteamiento de problemas, selección de variables oportunas, emisión y comprobación de hipótesis, manipulación de aparatos, medición de magnitudes y asignación de márgenes de error, uso de nuevas tecnologías para encontrar correlaciones matemáticas entre variables, presentación correcta de medidas y resultados, extracción de conclusiones y valoración crítica. Resumiendo, desarrollar las habilidades propias del trabajo científico [4].

A partir de la experiencia del profesorado que forma esta Red, y por medio del contacto con los alumnos de nuevo ingreso, puede afirmarse que por diversas circunstancias (falta de tiempo, material, planificación, pruebas de acceso, etc...) determinados centros de Secundaria no pueden realizar, como actividad habitual, prácticas de física. A nuestro modo de ver, en este sentido, la brecha entre los estudios universitarios y los de bachillerato es cada vez mayor, teniendo este hecho relación directa con las grandes dificultades que encuentran los alumnos para superar este tipo de asignaturas.

Otro factor motivador, para realizar esta propuesta de trabajo, es el hecho innegable del descenso progresivo de alumnos en los estudios de Ciencias, sobre todo en Física, Química y Matemáticas. Según el informe, "Datos y cifras del Sistema Universitario. Curso 2008/2009" elaborado por el Consejo de Coordinación Universitaria el descenso en la última década en el número de alumnos es alarmante, un 35,2% [5]. Como declaró a finales del 2009 María Josefa Yzuel, vicepresidenta de la Real Sociedad Española de Física, en el periódico Público "*nos preocupa enormemente la falta de alumnos*" [6]. Y no es para menos, Física ha perdido un 50% en los últimos 20 años y sólo algunos estudios como Biología contienen este bajón generalizado en Ciencias.

Es evidente que la conjunción de factores como la búsqueda de una fácil, cómoda y bien remunerada salida laboral, la dificultad y "sobreesfuerzo" que se le suele achacar a este tipo de estudios y, evidentemente, la poca capacidad de convencimiento de los métodos de aprendizaje ("la Ciencia no se vende bien") ha provocado o, por lo menos, no ha beneficiado la contención de este fenómeno.

Otro hecho constatable son las grandes dificultades que tienen los alumnos de primer curso para superar este tipo de asignaturas. Como indica el Dr. Ángel Forner [7] dentro de las condiciones necesarias para conseguir el éxito encontramos: la motivación y la preparación previa. Esta Red de colaboración pretende ayudar a mejorar, en la medida de sus posibilidades, dichas condiciones aunque sea en algunos pocos cientos de alumnos que en tiempos cercanos accederán a los estudios universitarios. Se cuentan con laboratorios, instalaciones y

profesorado dispuesto a ello, ¿porqué no utilizarlo? Por todo ello, la Red se propone como objetivos los siguientes:

- Fomentar la relación entre la Universidad de Alicante y los centros de Secundaria que se encuentran en su demarcación territorial.
- Aumentar el conocimiento que el alumnado, fundamentalmente el perteneciente a 2º curso de Bachillerato, tiene de la Universidad de Alicante. Más concretamente de los estudios de Óptica y Optometría.
- Ayudar, en la medida de lo posible, a fomentar el interés por las asignaturas de tipo científico.
- Colaborar de forma efectiva en la formación científica y práctica de futuros alumnos de la Universidad de Alicante.

2. PUESTA EN MARCHA Y ACTUACIONES DE LA RED

Planteamos diseñar, planificar, ofertar a los alumnos y profesores de los institutos de enseñanza secundaria y colegios concertados y realizar, sesiones prácticas en los laboratorios docentes pertenecientes al Depto. de Óptica, Farmacología y Anatomía. Las asignaturas, pertenecientes a los estudios de grado de Óptica y Optometría, involucradas en esta Red serían: Física (1^{er} semestre), Óptica Geométrica (2º semestre), Sistemas Ópticos (3^{er} semestre), Óptica Física I (4º semestre), Óptica Física II (5º semestre), Óptica Oftálmica I (5º semestre). Como se puede observar, la red involucra asignaturas tanto de formación básica (útiles para cualquier tipo de estudios científicos) y otras obligatorias, más específicas de los estudios de Óptica y Optometría.

Aunque los anteriores fines son muy importantes, no hay que olvidar que la actividad proyectada debe tener en cuenta a quien va dirigida. En este caso, los alumnos de 2º de Bachillerato (y su profesorado) deben encontrar en ella una utilidad inmediata. Estas sesiones deben plantearse de tal forma que tengan relación directa con sus actuales estudios, con los contenidos de las futuras pruebas de acceso a las que se van a enfrentar y que les sirvan para repasar y aclarar conceptos teóricos vistos en clase. Además, los profesores de cada centro podrán evaluar estas actividades experimentales como consideren oportuno. La Red está abierta a propuestas de dicho profesorado y, en la medida de las posibilidades existentes, realizar otro tipo de experiencias.

Otro fin, no menos importante, es intentar ayudar a aquel alumno de Bachillerato que no ha cursado, por elección, estudios relacionados con Física y/o la Óptica. Este tipo de sesiones puede servirle tanto para la elección justificada, en su momento de este tipo de

estudios como para un acercamiento y recordatorio de conceptos estudiados en la Secundaria Obligatoria.

Evidentemente, debe tenerse presente las necesidades del profesorado relacionado directamente con los alumnos a los que va dirigido esta Red. Por ello, inicialmente, se cuenta con la colaboración de dos profesores de enseñanza secundaria y bachillerato. Cada uno de dichos profesores estaría encargado de publicitar y contactar con los centros de secundaria de una zona de influencia determinada. En particular, se ha propuesto un profesor que abarque la zona del Vinalopó y Alcoy así como otro que dedique su labor en la zona más próxima a la Universidad.

Inicialmente, la previsión es abarcar gran parte del temario de física de 2º de Bachillerato, desde prácticas relacionadas con medidas de propiedades físicas de sustancias, pasando por experiencias sobre campos magnéticos y terminando con otras sesiones referentes al campo específico de la Óptica (leyes de la Óptica Geométrica, prismas, ametropías, ...). Todos los conceptos relacionados, se encuentran dentro del currículo de Bachillerato. Con suficiente antelación, el alumnado recibirá un esquema del desarrollo de la sesión correspondiente con los conceptos básicos involucrados y que, a ser posible coincidirá temporalmente con la secuenciación de contenidos que su profesorado tenga prevista. Ha de indicarse que este tipo de experiencias se han desarrollado de forma piloto durante algunos cursos académicos anteriores, resultando muy satisfactorias para todos los elementos implicados.

Para llevar a cabo con relativo éxito el proyecto, éste debe ajustarse perfectamente a lo planificado inicialmente en los centros (lo ideal sería realizar una planificación temporal conjunta). Como la oferta a los centros se realizó ya bien entrado el curso académico 2009-2010, ésta tuvo que ajustarse a lo que en esos momentos les resultaba más apropiado.



Se han realizado tres sesiones de unas tres horas y media de duración en las que han participado 114 alumnos. En dos de ellas (primera y tercera) dónde todos los alumnos (77) cursaban la asignatura de Física en 2º de Bachillerato se realizaron simultáneamente prácticas referentes a temas de Óptica

Geométrica (ANEXO I) y determinación de espectros de luz. Para ello, se dividían los grupos en dos subgrupos, cada uno de los cuales durante aproximadamente los primeros 90 minutos



realizaban sesión. Se efectuaba un merecido descanso, y después se intercambiaban los subgrupos. Dentro de cada subgrupo los alumnos se dividían, en función de las posibilidades del laboratorio, en equipos de 2 y 4 alumnos. Los alumnos recibieron los guiones de las sesiones con suficiente antelación, el profesorado del centro aprovechó para, en sus clases, utilizar los

guiones para tratar los conceptos involucrados.

En el laboratorio, el profesorado de la red, recordó algunos conceptos importantes y el objetivo de las sesiones y finalmente ayudó a la realización práctica. En la segunda de las sesiones (con 34 alumnos asistentes), debido a que había alumnos que no estaban cursando Física en el curso 2009-2010 y todos ellos sí cursaban la asignatura de Química, se acordó tratar sólo, pero con más profundidad, el tema de espectros atómicos, incorporando y recordando a los alumnos conceptos referentes a la estructura atómica (en relación directa con sus estudios). Se realizó una presentación en Power-Point de una hora de duración, se realizó un merecido descanso y se continuó con la realización de una práctica sobre espectros atómicos.

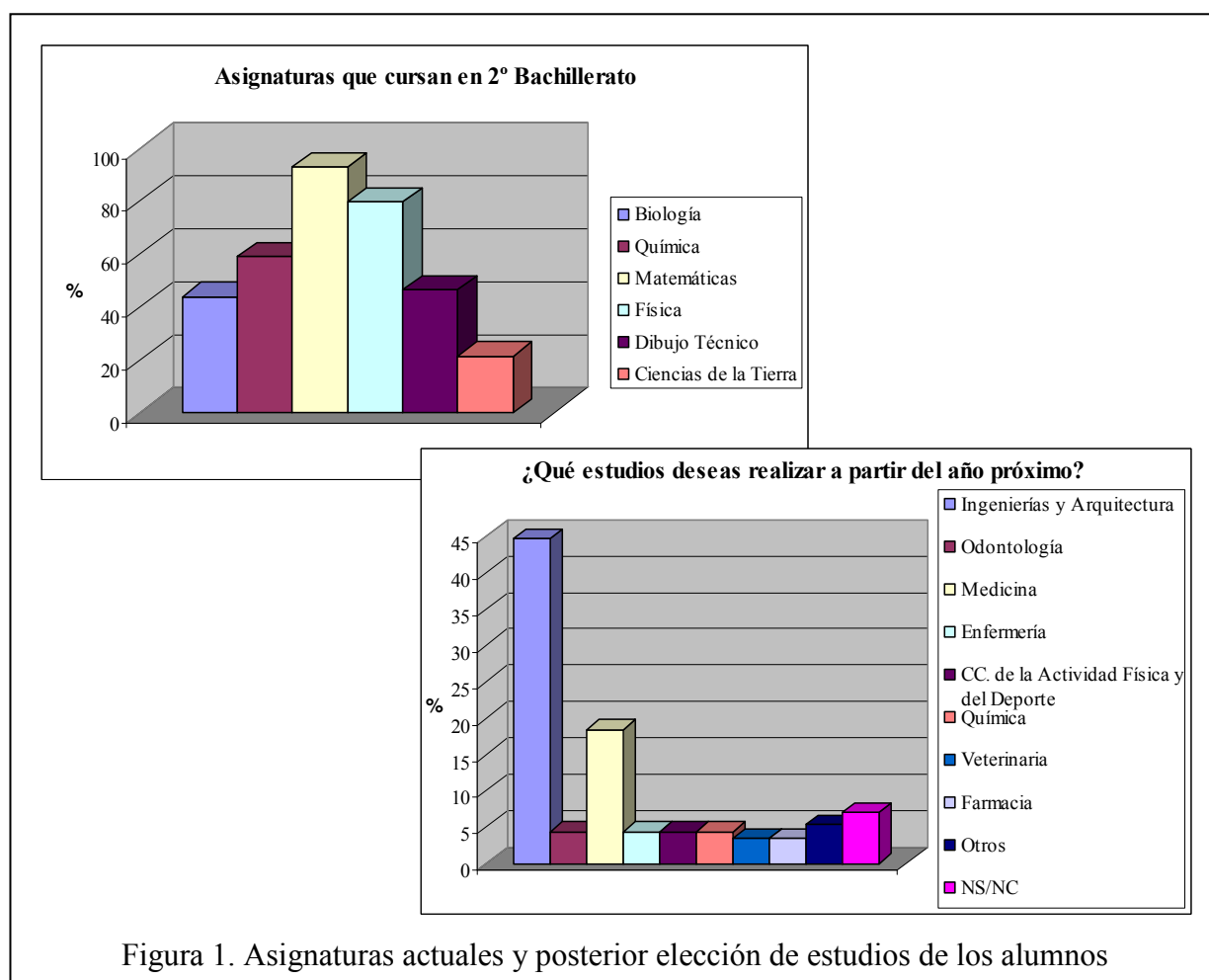


3. RESULTADOS

Para poder valorar la labor realizada y poder determinar los puntos fuertes y posibles mecanismos de mejora del procedimiento se ha obtenido la opinión del alumnado y profesorado participante a partir de unas pequeñas encuestas que se efectuadas justo después de las sesiones.

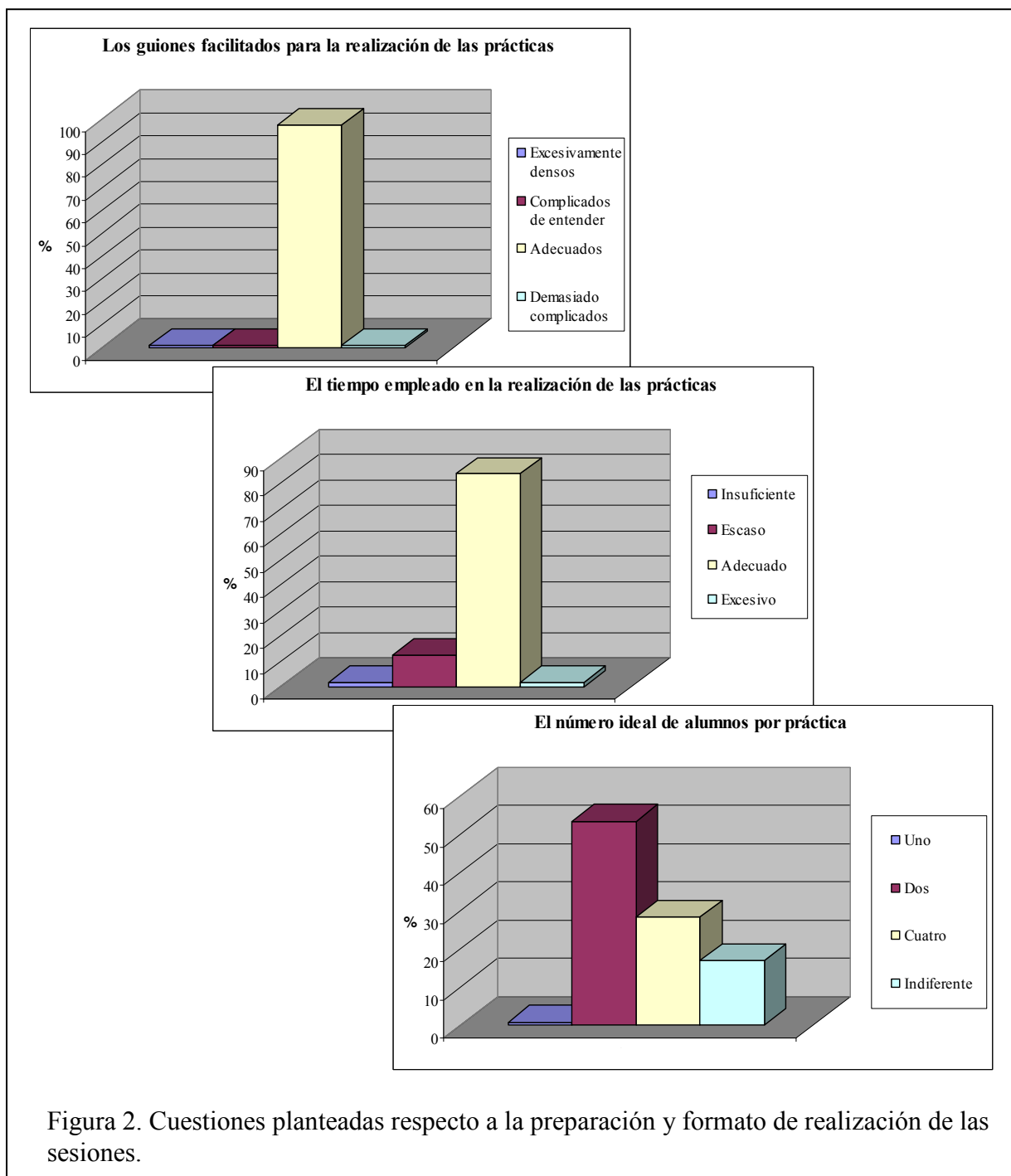
En primer lugar se ha caracterizado al alumnado asistente. Como se observa en la figura 1, la mayoría de los alumnos está cursando las asignaturas de Matemáticas (92,9%) y Física (79,5%) por lo tanto alumno predispuesto a recibir este tipo de sesiones. Se ha sondeado su posible elección de estudios universitarios, como ya era previsible (apartado 2) la gran mayoría tiende a escoger una Ingeniería, Arquitectura o Medicina, existiendo muy pocos

alumnos que tiendan a elegir unos estudios de Grado a los que pertenezcan alguna de las “clásicas”, Matemáticas, Física, Química y/o Biología. En este sentido hay que realizar una pequeña puntualización: en uno de los grupos, compuesto por 37 alumnos resulta sorprendente, a priori, que la elección del 26% del alumnado hayan sido los estudios de Química e Ingeniería Química. Es evidente el efecto motivador de su profesor de Química, profesor asociado en la Universidad de Alicante.



Las siguientes cuestiones planteadas se refieren a la preparación y formato de realización de estas sesiones. Como se observa en la figura 2, a la inmensa mayoría de los estudiantes, los guiones les han resultado adecuados, lo que facilitó su preparación y estudio, así como su realización posterior, lo cual fue puesto de manifiesto por los profesores de la Red presentes. En cuanto al tiempo dedicado a cada sesión, se observa un elevado porcentaje que lo considera adecuado aunque alrededor de un 14% hubiesen preferido sesiones algo más largas (o dividirlos en dos días). Otra cuestión planteada fue la referente al número de alumnos por puesto. En la parte de la sesión dedicada a Óptica Geométrica, por motivos de disponibilidad de material y puestos, se dividió a los alumnos en parejas, mientras que en la dedicada a

determinación de espectros luminosos se hizo en grupos de cuatro personas. En la respuesta se observa más diversidad, aunque resulta preferible la elección “por parejas”.



El tercer grupo de cuestiones (figura 3) se refieren al grado de complejidad de los conceptos implicados y sobre la utilidad final de estas sesiones. Prácticamente la totalidad del alumnado expresa conocer con anterioridad los conceptos tratados y también manifiestan que el grado de dificultad está suficientemente adecuado a su nivel de estudios, poniéndose de manifiesto la importancia de la planificación de las sesiones en conjunción con el profesorado de los centros.

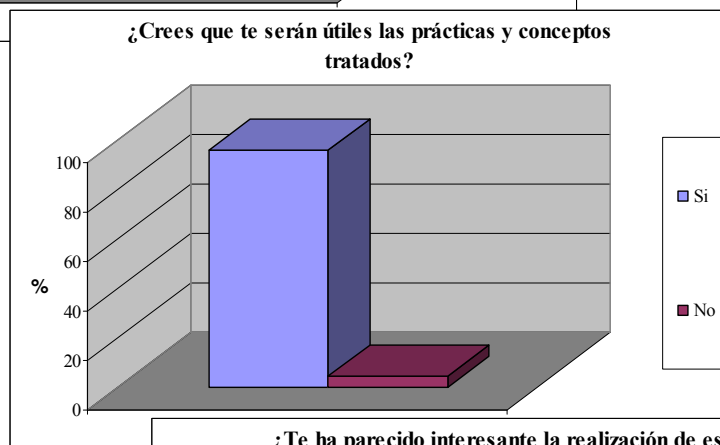
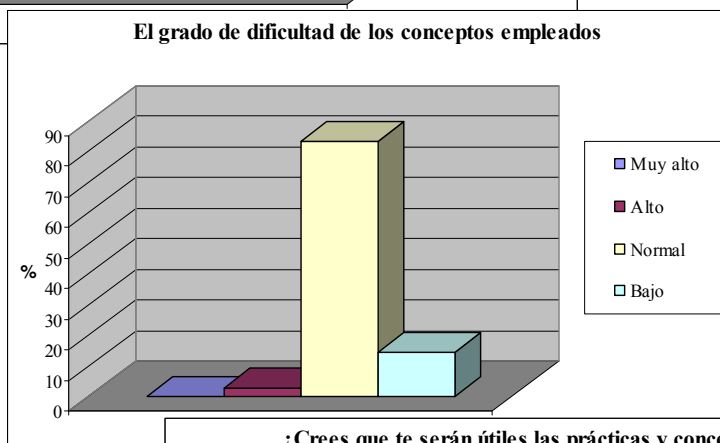
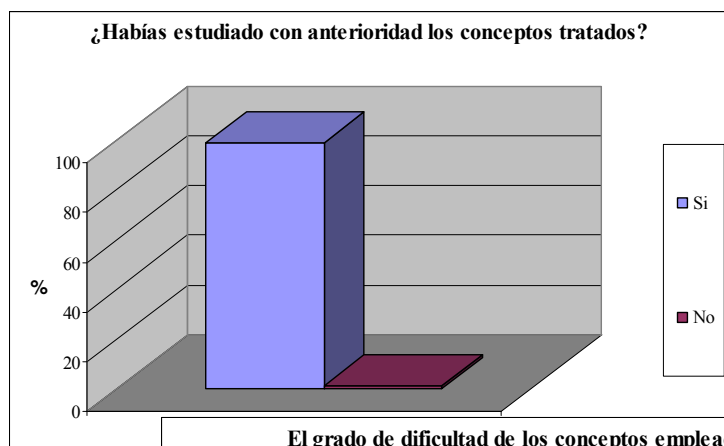


Figura 3. Grado de complejidad y utilidad de las sesiones.

Una de las cuestiones, cuyo resultado es el más satisfactorio, es la referente a la utilidad. Prácticamente todos los alumnos indican que lo estudiado en estas sesiones le serán de utilidad inmediata y futura, lo cual era un objetivo fundamental de la Red: ayudar en la preparación de los futuros alumnos de la Universidad de Alicante. La respuesta a la última de las cuestiones resume los buenos resultados que muestran las anteriores cuestiones, más del 95% de los participantes consideran interesantes este tipo de acciones. Además, se les consultó sobre la posibilidad continuar realizando estas visitas activas a la Universidad de Alicante. El 100% respondió afirmativamente indicando la posibilidad de ampliarlas a otras materias.

En lo que se refiere a la opinión del profesorado de los centros de secundaria involucrados en este proyecto indicar que la totalidad resaltan el interés de este tipo de actuaciones. Se observa diversidad de opiniones respecto a si deben dirigirse a alumnos de primero de bachillerato y la mayoría prefiere que la ubicación temporal de estas prácticas sea en el 2º trimestre del curso académico ya que ello permite realizar una buena planificación y no interfiere con el final de curso. Los profesores se decantan por realizar este tipo de sesiones por la mañana, independientemente del día de la semana. Consideran que el número ideal de alumnos por práctica es de dos y unánimemente indican ampliar los temas tratados a campos como electricidad, magnetismo, ondas así como alguna sesión dedicada a índices de refracción y estudio de problemas de visión (como puede observarse se intenta abarcar el actual temario de 2º de Bachillerato)

4. CONCLUSIONES

El grupo de profesores integrantes de la Red opina que los resultados obtenidos con este proyecto, durante su corta duración, son altamente satisfactorios para todas las partes involucradas. Es interesante comprobar que, en general, los alumnos reciben satisfactoriamente las prácticas de laboratorio de Física y consideran útil el tiempo empleado.

La posibilidad de utilizar y optimizar, en la medida de lo posible, los recursos de que dispone la Universidad es una opción útil para mostrar, a sus posibles futuros alumnos, las diferentes instalaciones, formas de actuar y oferta de estudios. La Universidad de Alicante debe apostar por este tipo de



iniciativas las cuales consideramos altamente rentables. La Red pretende seguir con este tipo de

actuaciones en próximos cursos, intentando aumentar el número de alumnos. Para ello se intentarán programar sesiones “ad hoc” para cada centro interesado.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] www.ua.es/centros/facu.ciencias/estudios/grados/cc_mar/MEMORIA_C_MAR.pdf

[2] www.ua.es/centros/facu.ciencias/estudios/grados/geologia/MEMORIA_GEOLOGIA.pdf

[3] www.ua.es/centros/facu.ciencias/estudios/grados/optica/MEMORIA_OPTICA.pdf

[4] A. Garrita, “Naturaleza de la Ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano”, Revista Iberoamericana de Educación, 42, 127-152, 2006.

[5] www.educacion.es/educacion/universidades/estadisticas-informes/novedades.html

[6] www.publico.es/ciencias/250008/jovenes/quieren/ciencia

[7] A. Forner, “Transició batxillerat - universitat. Cinc condicions per intentar assegurar l'èxit”, La Universitat. Universitat de Barcelona, marzo 2006.

ANEXO I

En este Anexo se presenta uno de los guiones referente a una de las sesiones prácticas realizadas por los alumnos.

ÓPTICA GEOMÉTRICA: REFLEXIÓN, REFRACCIÓN Y LENTES

a) Material

Fuente de luz, banco óptico, lente delgada convergente, pantalla.

b) Objetivo

Introducir los conceptos de rayo luminoso y de índice de refracción para caracterizar a la luz y al medio material por el cual se propaga. Se pretende estudiar las leyes en las que se basa la determinación de las trayectorias de los rayos de luz así como caracterizar y observar la actuación de diferentes elementos ópticos elementales.

c) Fundamento teórico

c1) Reflexión y refracción

La propagación de la luz se basa fundamentalmente en dos leyes: la ley de la reflexión y la ley de la refracción (o ley de Snell). Cuando la luz incide sobre la superficie de separación de dos medios materiales, parte (o toda la luz) se refleja (el rayo vuelve por el mismo medio) y otra parte se refracta (el rayo pasa a propagarse por el segundo medio con diferente dirección).

La ley de la reflexión indica, tal y como se muestra en la figura 1, que el ángulo de incidencia (ángulo formado por el rayo incidente y la perpendicular a la superficie de separación), ϵ , es igual al ángulo de reflexión (ángulo formado por el rayo reflejado y la perpendicular a la superficie de separación), r .

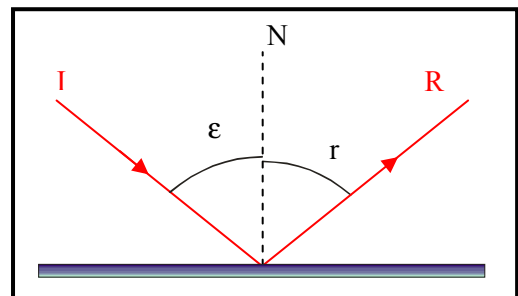


Figura 1. Reflexión

La ley de la refracción cuantifica el cambio de dirección que sufre la luz cuando pasa de un medio a otro (figura 2). La ley de Snell se expresa cuantitativamente según la expresión,

$$n \cdot \text{sen} \varepsilon = n' \cdot \text{sen} \varepsilon' \quad [1]$$

donde ε' es el ángulo que forma el rayo refractado con perpendicular a la superficie de separación. Las cantidades n y n' se denominan índices de refracción y caracterizan a los medios por los que pasa el rayo de luz. Dichos índices se definen como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío, c , y la velocidad de la luz en el medio, v . Por lo tanto, son siempre cantidades adimensionales mayores o iguales a la unidad.

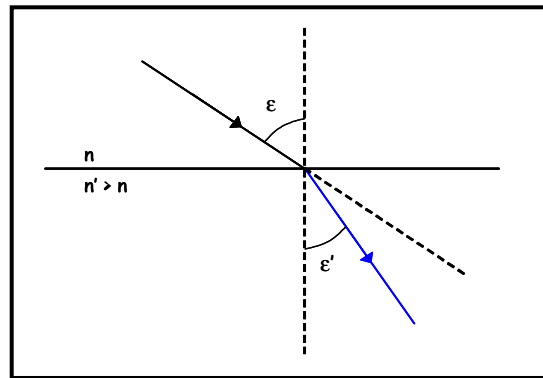


Figura 2. Refracción

c2) Lentes

Una lente se define como dos superficies esféricas, de igual o diferente radio, que encierran un medio material en su interior (figura 3). La línea que une los centros de curvatura de las dos superficies se denomina eje óptico.

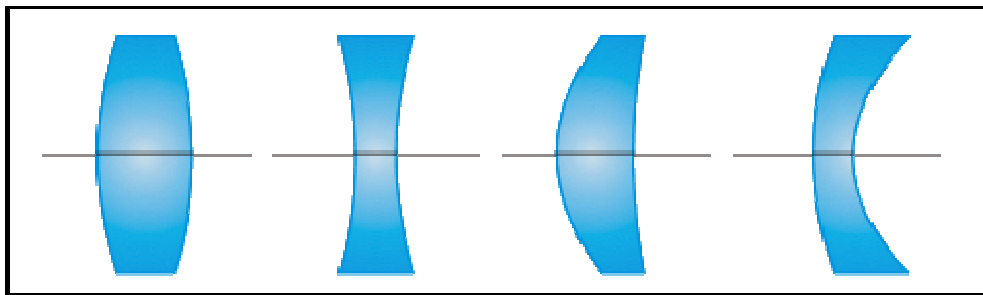


Figura 3. Lentes

Las lentes sirven para formar imágenes de objetos y se caracterizan por su distancia focal imagen, que se define como la distancia, f' , que hay (después de refractarse en la lente), entre la lente y el punto de corte con el eje óptico de un rayo de luz que incida sobre la lente paralelo a dicho eje (figura 4). Otra magnitud muy común es la potencia de la lente, definida

por $P = n'/f'$. Si la distancia focal se mide en metros (m), la potencia se mide en dioptrías (D o m^{-1}).

Si una lente delgada se encuentra en aire y tiene la potencia positiva (F' a la derecha de la lente), se dice que es convergente, en cambio si posee potencia negativa (F' a la izquierda de la lente) se dice que es divergente (figura 4).

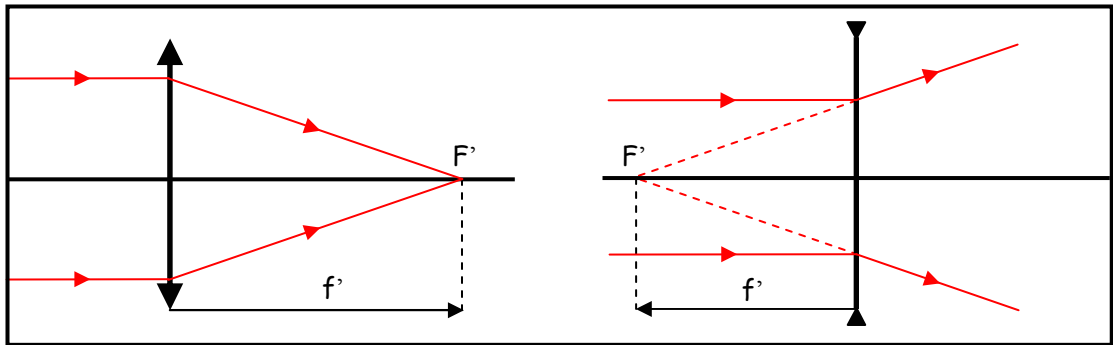


Figura 4. Concepto de distancia focal imagen

Si un objeto de tamaño y se encuentra a una distancia s , de una lente, la imagen se encontrará a una distancia s' de la lente que se obtiene de la relación (ley de Gauss):

$$\frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'}{f'} \quad [2]$$

y el tamaño de la imagen viene dado por:

$$y' = \frac{n \cdot s'}{n' \cdot s} y \quad [3]$$

donde las distancias (figura 5) se miden desde la lente (hacia la izquierda negativas y hacia la derecha positivas).

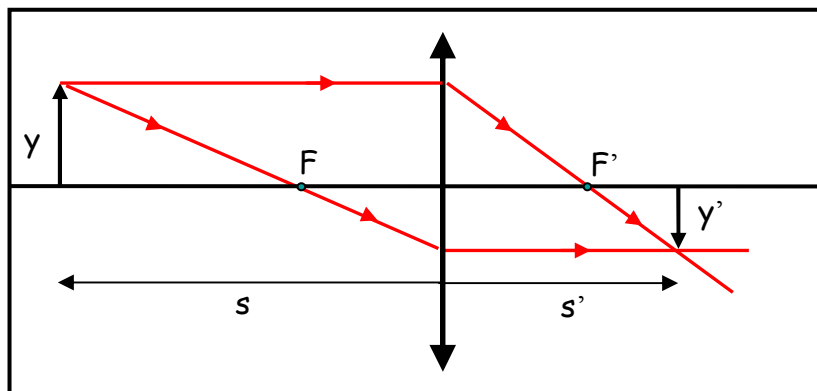


Figura 5. Distancias objeto e imagen

c3) Espejos

En un espejo esférico, la distancia focal (objeto o imagen) es igual a la mitad de su radio de curvatura:

$$f = f' = \frac{r}{2} \quad [4]$$

Si colocamos un objeto frente a un espejo cóncavo, en su centro de curvatura, la distancia objeto, $s = r$, y si sustituimos en la ecuación de Gauss de los espejos (ecuación [4]):

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} = \frac{2}{r} \Rightarrow \frac{1}{r} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{r} \Rightarrow s' = r$$

es decir, cuando el objeto está en el centro de curvatura, la imagen también lo está (figura 6), y además tiene el mismo tamaño del objeto y está invertida ya que el aumento, β' , viene dado por:

$$\beta' = -\frac{s'}{s} = -\frac{r}{r} = -1$$

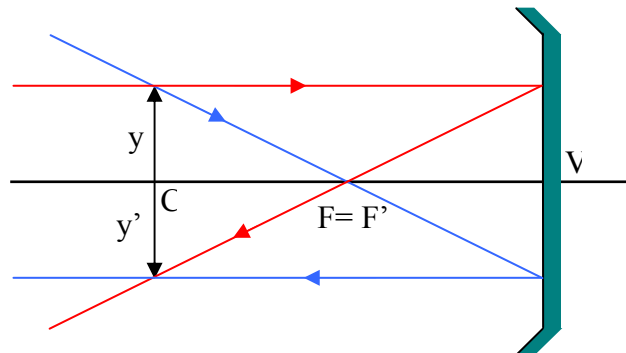


Figura 6. Trazado de rayos para un espejo cóncavo con objeto en el centro de curvatura

d) Método de medida

d1) Medida de la focal de una lente convergente

Calcularemos la focal de una lente convergente midiendo las distancias s y s' para varias posiciones del objeto. Para ello situaremos el objeto a una distancia s de la lente, desplazaremos la pantalla por el banco óptico hasta encontrar la imagen lo más nítidamente posible, mediremos s y s' con la ayuda de la escala milimetrada que existe sobre el banco.

Repetiremos esta operación para 5 valores distintos de s (y sus correspondientes valores s') y confeccionaremos una tabla con esos valores.

s (m)	s' (m)	$S = 1/s$ (D)	$S' = 1/s'$ (D)

Representaremos y realizaremos, con ayuda del ordenador, el ajuste de los puntos experimentales según una línea recta. La expresión [2] puede escribirse (teniendo en cuenta que $n = n' = 1$) de la forma:

$$S' = S + P \quad \text{con} \quad P = \frac{1}{f'}$$

Si comparamos esta expresión con la ecuación de una recta,

$$\left. \begin{array}{l} S' = S + P \\ y = mx + n \end{array} \right\} \longrightarrow \begin{array}{ll} y = S' & x = S \\ m = 1 & n = P \end{array}$$

vemos que la recta $S' = f(S)$ debe tener pendiente unidad. La ordenada en el origen de dicha recta es la potencia de la lente, P , y su inversa nos da el valor de la distancia focal f' que estamos buscando.

d2) Medida de la focal de un espejo cóncavo

Calcularemos la focal de un espejo cóncavo colocando un objeto en el centro de curvatura del mismo. Para ello situaremos el objeto y desplazaremos el espejo por el banco óptico hasta encontrar la imagen nítida justamente en la misma posición que el objeto. En esa posición, la distancia entre el espejo y el objeto será justamente el radio del espejo, que mediremos con la escala milimetrada del banco óptico. Una vez conocido el radio de curvatura del espejo, la distancia focal será la mitad del mismo.